

Дорофєєва З.Я., Урум Н.С., Трішин В.В.

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

В статье рассмотрены пути создания комплекса мониторинга загрязнений водной поверхности и определены современные требования к данным комплексам. Также приведена разработанная структурная схема комплекса. Делается вывод о необходимости построения модели функционирования комплекса и о продолжении дальнейших исследований в направлении определения функциональных характеристик, разрабатываемого комплекса.

Ключевые слова: комплекс мониторинга, загрязнение водной поверхности, радиолокатор бокового обзора, радиофизическая аппаратура.

Всевозрастающее антропогенное загрязнение океана становится проблемой высокой общественной значимости. Поверхностное загрязнение антропогенного происхождения в основном связано с разливом нефти и нефтепродуктов. Значительное количество нефти попадает в водные просторы при её добыче на шельфе (1 %), авариях (6 %), транспортировке и перегрузке (57%), со сточными водами (28 %) и из атмосферы (10%). По оценкам экспертов [1,3,6] в океан попадает до 10 млн. тонн нефти ежегодно. Поэтому проблема мониторинга водной поверхности, особенно около береговой черты, весьма актуальна. Соответственно потребность в недорогих аппаратных средствах, обеспечивающих возможность осуществлять мониторинг обширных акваторий, обнаруживать и картографировать нефтяные загрязнения обуславливают необходимость разработки комплекса мониторинга загрязнения водной поверхности.

Анализ функционирования национальных и международных систем экологического мониторинга [3-7] позволяет определить современные требования к подобным аналогичным комплексам. Комплекс мониторинга загрязнения водной поверхности должен:

- обеспечивать автоматическое и в реальном времени обнаружение нефтяных загрязнений, осуществлять их регистрацию и картографирование в любое время и в любых погодных условиях;
- обнаруживать нефтяные загрязнения с толщиной пленки от 1 мкм до единиц миллиметров и определять толщину пленки, толщиной свыше 50 мкм.;
- осуществлять обнаружение нефтяных загрязнений с вероятностью 0,95 при вероятности ложной тревоги 10^{-2} с минимальными линейными размерами 8 м при скорости обзора водной поверхности до 1400 км²/час.

Анализ существующих методов мониторинга [7-10] показывает, что наиболее приемлемые результаты показывают методы с использованием радиолокаторов бокового обзора и радиометрической аппаратуры. А для определения навигационной задачи используются GNSS приемник (приемники сигналов Глобальных навигационных спутниковых систем). Поэтому структурная схема комплекса мониторинга загрязнения водной поверхности будет иметь следующий вид (рис. 1).

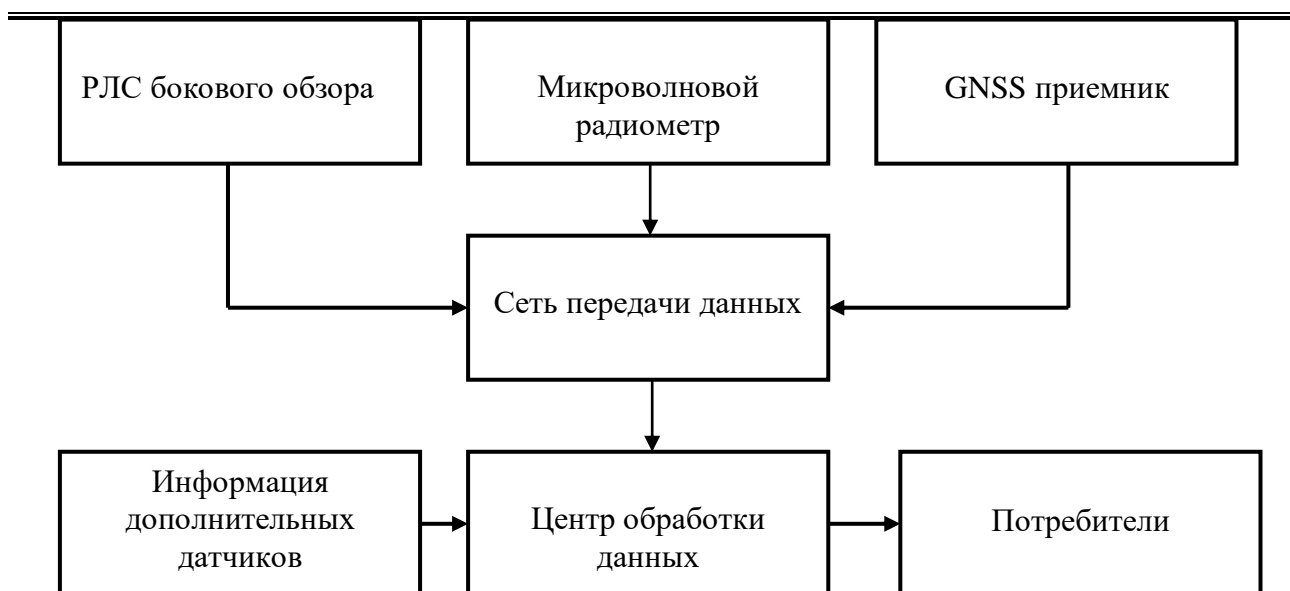


Рисунок 1 – Структурная схема комплекса мониторинга загрязнения водной поверхности

Математические модели функционирования подобных систем (комплексов) достаточно хорошо известны.

Однако в случае, когда искомая функция отклика системы $\eta(x)$ неизвестна, задача выбора модели значительно усложняется. Вряд ли вообще возможно спланировать эксперимент, который бы позволил решить указанную задачу. В этом случае целесообразно решение данной задачи свести к некоторой последовательной процедуре, которая подразумевает чередование экспериментов следующих видов:

- а) функциональный вид поверхности отклика известен $\eta(x)=\eta(x,\Theta)$. Требуется уточнить параметр Θ .
- б) на основании теоретического анализа происходящего процесса выдвинуты гипотезы о виде поверхности отклика

$$\eta(x) = \begin{cases} \eta_1(x, \theta_1) \\ \eta_2(x, \theta_2) \end{cases}.$$

Требуется найти зависимость $\eta(x)=\eta(x,\Theta)$, наилучшим образом описывающую данный объект.

Методы планирования экспериментов по поиску истинных моделей из некоторой заданной совокупности моделей являются по своей природе последовательными. Необходимо отметить, что указанные методы тем эффективнее, чем меньше число конкурирующих моделей $\eta_1(x,\Theta_1), \eta_2(x,\Theta_2), \dots, \eta_n(x,\Theta_n)$. Следовательно, задача экспериментатора – отыскать на основе анализа имеющихся теоретических и экспериментальных данных наименьшую совокупность возможных моделей. Последовательный процесс поиска математической модели представлен на рис.2.

Блок 1 соответствует экспериментальному этапу работы, т.е. техническому осуществлению спланированных ранее опытов. Вычисление оценок параметров Θ в предположении, что функциональный вид функции отклика $\eta(x,\Theta)$ известен, происходит в блоке 2. После того, как найдены оценки параметров, необходимо проверить, согласуется ли поведение функции $\tilde{\eta} = \eta(x, \tilde{\theta})$, где $\tilde{\theta}$ - значения оценок, с экспериментальными данными (блок 3).



Рисунок 2 – Последовательный процесс поиска математической модели

Если функция $\tilde{\eta}(x)$ соответствует экспериментальным данным, то в зависимости от обстоятельств эксперимент либо прекращается, либо планируется дополнительный эксперимент по уточнению требуемой совокупности параметров (блок 4).

Если функция $\tilde{\eta}(x)$ не соответствует экспериментальным данным, то возникает необходимость более тщательного анализа и пересмотра модели (блок 5) и проведения уточняющего эксперимента, который позволит установить, какая модель лучше описывает изучаемый объект (блок 6).

Таким образом, стратегию проведения эксперимента по выяснению математической модели мониторинга загрязнения водной поверхности можно представить в виде последовательности циклов 4-1-2-3 и 5-6-1-2-3. Порядок чередования этих циклов будет определяться результатами проверки согласованности между моделью и данными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдучевский В.С., Успенский Г.Р. Народно-хозяйственные и научные космические комплексы. – М.: Машиностроение, – 1985. – 416 с.
2. Лебедев А.А., Нестеренко О.П. Космические системы наблюдения. Синтез и моделирование. – М.: Машиностроение, 1991. – 224 с.
3. Козелков С.В., Давыдов В.С., Загоруйко А.Н., Тихонов И.В. Богомья В.И., Панин В.В. Пути повышения эффективности функционирования украинских космических систем наблюдения Земли. / К.: КДАВТ, 2010. – Вып. 11. – С.5-10.
4. Сучасні космічні системи оптичної зйомки Землі / А.М. Явтушенко, С.В. Козелков, В.І. Богомья, С.Д. Ставицький: Навч. посіб. – К.: НАОУ, 2004. – 80 с.
5. Ханцеверов Ф.Р., Остроухов В.В. Моделирование космических систем изучения природных ресурсов Земли. – М.: Машиностроение, 1989. – 264 с.
6. Кронберг П. Дистанционное зондирование Земли. – М.: Мир, 1988. – 350 с.
7. Skou N/ Microwave radiometry for oil pollution monitoring. Measurements and Systemms\\ IEEE Trans. on Geosience and Remote Sensing. – 1986. – VGE-24/ – №2.

-
8. Богородский В.В., Кропоткин М.А., Шевелева Т.Ю. Методы и техника обнаружения нефтяных загрязнений вод.–Л.: Гидрометеиздат, 1975.-230 с.
 9. Основы геоэкологии//под редакц. В.Г. Морачевского.–М.: СПб ГУ, 1994. –51 с.
 10. Радиолокация Земли из космоса // Под редакц. Л.М. Митника и С.В. Суворова.– Л.: Гидрометеиздат, 1990.–340 с.

Дорофеева З.Я., Урум Н.С., Тришин В.В.

МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОЇ ПОВЕРХНІ

У статті розглянуті шляхи створення комплексу моніторингу забруднення водної поверхні. Також наведені сучасні вимоги до комплексу моніторингу та запропонована авторами структурна схема комплексу. Зроблено висновок про необхідність побудови математичної моделі функціонування комплексу та о подальших дослідженнях в напрямку визначення функціональних характеристик комплексу.

Ключові слова: комплекс моніторингу, забруднення водної поверхні, радіолокатор бокового огляду, радіофізична апаратура.

Dorofeeva Z.Ya., Urum N.S., Trishin V.V.

COMPLEX SURFACE WATER MONITORING

In article ways of creation of a complex of monitoring of contamination of water are considered and the modern requirements to the given complexes are defined. Also the developed skeleton diagram of a complex is resulted. The output about necessity of creation of model of functioning of a complex and about continuation of the further researches in a direction of determination of the functional characteristics, a developed complex becomes.

Keywords: a monitoring complex, contamination of water, side looking radar, radio physical equipment.